

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sampah

Terdapat beberapa definisi tentang sampah yang dapat dijadikan dasar dalam penanganan sampah. Sampah ialah sisa bahan manusia berbentuk padat, seperti berbagai bahan yang tidak dapat dipergunakan lagi ataupun bahan yang telah diambil bagian utamanya. Dalam UU RI No. 18, 2008 disebutkan bahwa definisi sampah ialah sisa - sisa aktifitas setiap hari manusia maupun proses alam yang berbentuk padat. Sedangkan menurut Ecolink (1996), dalam Suprihatin, Prihanto dan Gilbert (1999), sampah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun proses alam yang belum memiliki nilai ekonomis.

2.1.1 Sumber Sampah

Sampah yang berasal dari aktivitas manusia, fasilitas, dan lokasi produksi dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori (Tchobanoglous, Thiesen, Vigil, 1993), yaitu:

1. Daerah pemukiman
2. Daerah pertokoan
3. Daerah Pendidikan dan Perkantoran
4. Pembangunan serta perombakan bangunan
5. Pelayanan kota
6. Unit pengolahan limbah
7. Industri
8. Pertanian

Klasifikasi kategori diatas dapat dilihat lebih rinci pada tabel berikut ini :

Tabel 2.1 Sumber Sampah di Masyarakat

Sumber	Fasilitas, aktifitas, lokasi sampah dihasilkan	Tipe sampah
Perumahan	Keluarga kecil atau beberapa keluarga tinggal bersama, apartemen kecil-, menengah-, dan tingkat tinggi	Sampah makanan kertas, kardus, plastic, tekstil, kulit, sampah kebun, kayu, kaca, kaleng timah, alumunium, logam lainnya, debu, daundari jalan, sampah khusus (termasuk barang-barang besar, elektronik besar, sampah kebun yang dikumpulkan terpisah; batere, oli dan ban), sampah rumah tangga berbahaya
Komersil	Toko, restoran, pasar, bangunan, kantor, hotel, motel, percetakan, unit pelayanan, bengkel, dll	Kertas, kardus, plastic, kayu, sampah makanan, kaca, logam, sampah khusus (lihat diatas), sampah berbahaya, dll
Institusi	Sekolah, rumah sakit, penjara, pusat pemerintahan	(sama halnya dengan komersil)
Konstruksi dan pembongkaran	Area konstruksi baru, area renovasi/perbaikan jalan, peruntuhan bangunan, perkerasan yang rusak	Kayu, baja, beton, tanah
Pelayanan perkotaan (tidak termasuk fasilitas pengolahan)	Pembersihan jalan, pertamanan, pembersihan cekungan, area parker dan pantai, tempat rekreasi lainnya	Sampah khusus, kotoran, hasil penyapu jalan, sisa penghiasan pohon dan pertamanan, puing dari cekungan, sampah umum dari area parker, pantai dan tempat rekreasi
Unit pengolahan; incinerator kota	Proses pengolahan air, air limbah, industry, dll	Limbah unit pengolahan, pada dasarnya terdiri dari residu lumpur
Sampah perkotaan	(seluruh sampah diatas)	(seluruh sampah diatas)
Industri	Konstruksi, fabrikasi, produksi ringan dan berat, perpipaan, unit kimia, pembangkit energy, pembongkaran, dll	Limbah proses industry, potongan material, dll. Sampah non-industri meliputi sampah makanan, debu, pembongkaran dan konstruksi, sampah khusus, sampah berbahaya
Pertanian	Tanaman baris, kebun buah-buahan, kebun anggur, produksi susu, penggemukan,, peternakan, dll	Sampah makanan yang rusak, sampah pertanian, kotoran, sampah berbahaya

Sumber: Tchbanoglous, Theisen dan Vigil, 1993

Menurut SNI 19-3964-1994 Tentang Rincian Penilaian Timbulan Sampah Untuk Kota Kecil serta Sedang di Indonesia, kategori sumber timbulan sampah yang digunakan dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Perumahan

Sumber perumahan yaitu terdiri atas :

- a. Permanen pendapat tinggi
- b. Semi Permanen pendapatan sedang
- c. Non Permanen pendapatan rendah

Kriteria yang ditentukan berdasarkan :

- a. Keadaan fisik rumah dan atau;
- b. Pendapatan rata – rata kepala keluarga dan atau;
- c. Fasilitas rumah tangga yang ada

2. Non Perumahan

Sumber non perumahan yaitu terdiri atas sekolah, kantor, toko, pasar jalan, hotel, restoran/rumah makan, dan fasilitas umum lainnya

Sedangkan menurut Gumbira Sa'id (1987) berdasarkan sumbernya minimal ada empat jenis sampah, yaitu :

1. Sampah Domestik

Sampah domestik bermula dari lingkungan rumah atau pemukiman, baik di daerah perkotaan ataupun perdesaan.

2. Sampah Komersial

Sampah komersial yang dimaksud tidaklah berarti sampah tersebut mempunyai nilai ekonomi agar bisa langsung diperjual belikan, tetapi lebih mengarah kepada jenis kegiatan yang menghasilkan. Toko, warung, restoran, dan pasar atau toko swalayan adalah contoh sampah komersial dari hasil kegiatan di lingkungan perdagangan .

3. Sampah Industri

Sampah ini merupakan hasil dari kegiatan – kegiatan industri.

4. Sampah Alami

Jenis sampah ini bisa dicontohkan seperti sampah dedaunan, sisa bencana alam, sampah dari tanaman, dari kawasan rekreasi, dari pengendara, dan sebagainya.

2.1.2 Jenis Sampah

Dalam pengelolaan jenis sampah sangat penting karena berkaitan dengan pemisahan sampahnya dan hasil reduksi yang diperoleh. Kondisi yang terdapat pada daerah setempat dapat berpengaruh terhadap pembagian sampah. Berdasarkan jenisnya sampah dapat diklasifikasikan (Gumbira Sa'id, 1987) sebagai berikut :

1. Sampah semi basah sampah ini merupakan bahan organik, seperti sampah dapur serta sampah restoran, kebanyakan sampah ini berasal dari sisa buangan sayuran dan buah – buahan. Karena sampah tersebut bersifat mudah terurai.
2. Sampah organik, sampah tersebut sulit terurai, contohnya plastik, kaca dan selulosa
3. Sampah abu, yang berasal dari proses pembakaran. Sampah jenis ini sedikit tidak terlalu banyak namun mempunyai pengaruh yang besar untuk kesehatan.
4. Sampah jasad hewan mati, contohnya bangkai hewan.
5. Sampah jalanan, yaitu sampah yang ada di jalan yang dikumpulkan karena proses pembersihan jalan, contohnya daun kering, plastik, botol, serta kertas.
6. Sampah industri, yaitu sisa bahan dari kegiatan produksi suatu industri.

Namun golongan sampah menurut sifatnya, (Hadiwiyoto, 1983) ialah :

a. Sampah Organik

Sampah organik adalah sampah yang dapat digunakan kembali karena terdiri dari karbon, hydrogen serta oksigen. Contoh sampah organik dalam golongan ini, yaitu : daun kering), kayu , kertas , karton dan tulang hewan, sisa pakan ternak, sisa sayur dan sisa buah.

b. Sampah Anorganik

- Sampah anorganik ini ialah sampah yang tidak dapat terurai. terdiri dari kaleng, besi, logam, gelas, stereofom serta mika.

2.2 Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah jumlah sampah atau berat sampah yang didapatkan dari sumber sampah pada suatu wilayah tertentu persatuan waktu. Laju timbulan sampah dapat dinyatakan dalam beberapa satuan (Damanhuri, 1999), yaitu:

- a. Dalam satuan berat yaitu: kilogram permeter – persegi bangunan perhari ($\text{kg/m}^2/\text{h}$) ataupun kilogram perorang perhari (Kg/o/h) ataupun kilogram pertempat tidur perhari (Kg/bed/h), dan sebagainya

- b. Dalam satuan volume: liter/orang/hari (L/o/h) ataupun liter permeter – persegi bangunan perhari ($L/m^2/h$) ataupun liter pertempat tidur perhari (L/bed/h), dan sebagainya. Kebanyakan kota yang ada di Indonesia lebih banyak menggunakannya dalam satuan volume.

Antara satu negara dan negara yang lain, juga antar satu daerah dan daerah yang lain maupun antar hari ke hari rata – rata pada timbulan sampah lazimnya akan bervariasi. Menurut Damanhuri, 1999, Variasi tersebut umumnya disebabkan akibat perbedaan berikut ini :

- Jumlah penduduk dan tingkat pertumbuhannya
- Taraf hidup: besarnya timbulan sampah dipengaruhi juga dengan semakin tingginya taraf hidup masyarakat.
- Musim
- Aturan hidup dan pergerakan atau perpindahan penduduk
- Iklim
- Aturan dalam penanganan makanan

Data timbulan sampah sangat besar pengaruhnya dalam menyusun sistem pengelolaan persampahan seperti: prasarana dan sarana peralatan, kendaraan pengangkut, rute kendaraan pengangkut, prasarana dan sarana daur ulang, luas dan jenis TPA, serta menentukan jumlah volume sampah di suatu wilayah. Direktur Pengembangan PLP, 2011 mengatakan bahwa beberapa faktor dalam satu kota mempengaruhi banyaknya jumlah timbulan sampah, yaitu:

- a. Reduksi, jumlah timbulan sampah pada suatu kota sangat mempengaruhi.
- b. Recycling, merupakan salah satu cara dalam mereduksi sampah
- c. Pengerjaan sampah dipengaruhi oleh kebiasaan masyarakat yang diawali dari sumber sampahnya.
- d. Peraturan, terkait dengan kebijakan pemerintah.
- e. Kondisi fisik dan geografi (musim, iklim, dataran tinggi)

Berdasarkan komponen pada sumber sampah besaran pada timbulan sampah dapat dilihat di Tabel 2.2, maupun berdasarkan klasifikasi kota dapat dilihat di Tabel 2.3.

Tabel 2.2 Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Komponen Sumber Sampah

No	Komponen sumber sampah	Satuan	Volume (liter)	Berat (kg)
1	Rumah permanen	Per orang/hari	2,25- 2,50	0,35-0,40
2	Rumah semi permanen	Per orang/hari	2,00-2,25	0,30-0,35
3	Rumah non permanen	Per orang/hari	1,75-2,00	0,25-0,30
4	Kantor	Per orang/hari	0,50-0,75	0,025-0,10
5	Toko/Ruko	Per orang/hari	2,50-3,00	0,15-0,35
6	Sekolah	Per orang/hari	0,10-0,15	0,01-0,02
7	Jalan arteri sekunder	Per orang/hari	0,10-0,15	0,02-0,10
8	Jalan kolektor sekunder	Per orang/hari	0,10-0,15	0,01-0,05
9	Jalan local	Per orang/hari	0,05-0,10	0,005-0,025
10	Pasar	Per orang/hari	0,20-0,60	0,10-0,300

Sumber: Damanhuri dan Padmi, 2010

Tabel 2.3 Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota

Klasifikasi kota	Volume (l/orang.hari)	Berat (kg/orang.hari)
Kota Sedang (100.000 – 500.000 jiwa)	2,75-3,25	0,70-0,80
Kota Kecil (20.000 – 100.000 jiwa)	2,50-2,75	0,625-0,70

Sumber: SNI 10-3983-1995

Nilai jumlah perkembangan penduduk sangat ditentukan oleh Salah satu faktor yang sangat berarti dalam menghitung laju timbulan sampah. Sebelumnya akan dikerjakan perhitungan untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang setelahnya akan menghitung jumlah timbulan sampahnya.

A. Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Menurut Direktur Pengembangan PLP (2011), ada beberapa metoda perkembangan penduduk yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah proyeksi penduduk, diantaranya ada cara aritmatik, cara geometrik dan cara least square. Maka nantinya dalam memilih cara yang digunakan akan tergantung dengan kecenderungan karakteristik pada kota perencanaan serta pertumbuhan penduduknya. 3 metode atau caranya (Direktur Pengembangan PLP, 2011) adalah :

1. Metoda Aritmatik

Metoda aritmatik adalah kenaikan berkala, yang digunakan dalam memproyeksikan pertumbuhan penduduk yang terjadi secara linier. Persamaan matematis yang digunakan adalah :

$$P_n = P_o + r (dn) \quad (2.1)$$

dimana :

- P_n = Jumlah penduduk pada akhir tahun periode
- P_o = Jumlah penduduk pada awal proyeksi
- r = Rata – rata pertambahan penduduk tiap tahun
- dn = Kurun waktu proyeksi

2. Metode Geometrik

Metode geometrik ialah metode yang digunakan dalam memproyeksikan pertumbuhan penduduk yang secara eksponensial.

Persamaan matematis yang digunakan adalah :

$$P_n = P_o (1 + r)^{dn} \quad (2.2)$$

dimana :

- P_n = Jumlah penduduk pada akhir tahun periode
- P_o = Jumlah penduduk pada awal proyeksi
- r = Rata – rata pertambahan penduduk tiap tahun
- dn = Kurun waktu proyeksi

3. Metode *Least Square*

Rumus yang digunakan adalah :

$$\hat{Y} = a + b.X \quad (2.3)$$

dimana :

\hat{Y} = Nilai variabel berdasarkan garis regresi;

X = Variabel independen;

a = Konstanta;

b = Koefisien arah regresi linier.

$$a = \frac{(\Sigma y) \cdot (\Sigma x^2) - (\Sigma x) \cdot (\Sigma y^2)}{n \cdot \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \quad (2.4)$$

$$b = \frac{n \cdot (\Sigma xy) - (\Sigma x) \cdot (\Sigma y)}{n \cdot (\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \quad (2.5)$$

Sebelum menentukan metode yang akan digunakan dalam mencari proyeksi penduduk, sebaiknya dicari nilai korelasi atau r untuk setiap metode atau cara. Metode yang memiliki hasil mendekati 1 yang akan digunakan dalam perhitungan proyeksi jumlah penduduk.

Rumus nilai korelasi (r) adalah sebagai berikut :

$$r = \frac{n \cdot (\Sigma x \cdot y) - (\Sigma y) \cdot (\Sigma x)}{\sqrt{[n(\Sigma y^2) - (\Sigma y)^2][n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2]}} \quad (2.6)$$

B. Survey Pengambilan Sampel Sampah pada Sumber Sampah

Setelah memilih metode dalam perhitungan jumlah pertumbuhan penduduk dilakukan penghitungan jumlah sampel penelitian agar dapat memastikan hasil timbulan sampah yang telah dihasilkan oleh pemukiman masyarakat. Fungsi dari Pengambilan sampel sampah yang langsung diambil pada sumber sampah adalah agar diketahui berapa rata – rata timbulan sampah yang telah dihasilkan dalam satuan L/orang/hari atau kg/orang/hari. Dalam melakukan survey juga tahap pengambilan sampel sampah beracu pada SNI 19-3964-1994. Jumlah sampel kepala keluarga atau yang biasa disebut KK dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini:

contoh timbulan sampah dari perumahan dihitung berdasarkan rumus di bawah ini :

$$s = cd\sqrt{ps} \quad (2.7)$$

Dimana:

S = Jumlah Sampel (jiwa)

Cd = Koefisien perumahan

Cd = 1 (kota besar/metropolitan)

Cd = 0,5 (kota sedang atau kecil)

Ps = populasi (jiwa)

Jumlah KK yang diamati :

$$K = \frac{s}{n} \quad (2.8)$$

Dimana:

K = Jumlah sampel (KK)

N = Rata – rata jumlah jiwa per keluarga

S = Jumlah contoh jiwa

Penggolongan Timbulan dan komposisi sampah pada perkotaan pemukiman dibagi menjadi 3 golongan yaitu pemukiman permanen, non – permanen serta semi permanen. Jumlah contoh timbulan sampah dari perumahan adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Contoh dari perumahan permanen} &= (S1 \times K) \text{ keluarga} \\
 \text{Contoh dari perumahan semi permanen} &= (S2 \times K) \text{ keluarga} \\
 \text{Contoh dari perumahan non permanen} &= (S3 \times K) \text{ keluarga}
 \end{aligned}
 \tag{2.9}$$

Dimana:

- S1 = Proporsi jumlah KK perumahan permanen dalam (25%)
 S2 = proporsi jumlah KK perumahan semi permanen dalam (30%)
 S3 = proporsi jumlah KK perumahan non permanen dalam (45%)

Jumlah contoh timbulan sampah dari non perumahan dihitung berdasarkan rumus dibawah ini :

$$s = cd\sqrt{Ts} \tag{2.10}$$

Dimana:

- S = Jumlah contoh masing – masing jenis bangunan non perumahan
 Cd = 1 (non perumahan)
 Ts = Jumlah bangunan non perumahan

C. Penentuan Densitas

Definisi densitas sampah ialah berat sampah yang diukur dalam satuan kilogram yang dibandingkan volume sampah yang telah diukur (kg/m^3) (Direktur Pengembangan PLP, 2011). Jumlah timbulan sampah dan penentuan luas lahan TPA yang dibutuhkan sangat ditentukan oleh nilai dari densitas sampah. SNI 19-3964-1994 adalah dasar dalam perhitungan densitas sampah. Cara yang akan dilakukan dalam dasar tersebut yakni menimbang atau mengukur sampah yang telah diambil contohnya $1/5 - 1 \text{ m}^3$ volume sampah. Mempersiapkan satu buah kotak berukuran $20 \times 20 \text{ cm}$ dengan kedalaman 100 cm . Sampah akan dituang kedalam kotak tersebut serta ditimbang beratnya dan setelah itu dihentakkan sebanyak 3 kali lalu dihitung

volume sampah yang didapatkan, perhitungan tersebut akan dilakukan secara bergiliran dengan contoh hasil sample sampah yang didapatkan. Dari hasil yang telah dikelola tersebut dapat diketahui nilai besaran densitas sampah dalam satuan kg/m^3 . Pengukuran densitas sampah yang telah diukur akan sangat bergantung, sampah pada gerobak yang biasanya mengalami pemadatan, ataukah sampah lepas dari sumber sampahnya atau juga sampah dari truck compactor yang biasanya memang sudah dilakukan pemadatan pada sampahnya.

2.3 Komposisi Sampah

Sistem penanganan kepada sampah yang bisa dilakukan sangat berpengaruh dalam penentuan komposisi sampah. Sistem dan program penanganan dan juga jenis dan kapasitas peralatan ditentukan dari komposisi. Komponen komposisi sampah menurut Direktur Penanganan PLP (2011) satu kesatuan yang dibentuk oleh komponen sampah ialah definisi dari komposisi sampah yang di gunakan dalam satuan persen. Sedangkan menurut SNI 19-3964-1995 komponen komposisi sampah adalah komponen fisik seperti, sisa-sisa makanan, kertas-karton, kayu, kain-tekstil, karet-kulit, plastik, logam besi – non besi, kaca dan lain-lain (misalnya tanah, pasir, batu dan keramik).

Menurut Pedoman umum 3R Kementrian Pekerjaan Umum (2014), berdasarkan komposisinya sampah dapat dibedakan melalui sifatnya, yakni:

1. Sampah yang bisa terurai serta gampang membusuk yaitu sampah organik, contohnya: sisa makanan, sayuran, daun-daun kering, jerami, dan sebagainya
2. Sampah yang tak dapat diuraikan serta tak gampang busuk yaitu sampah anorganik, contohnya : plastik, wadah pembungkus makanan, kertas, mainan, botol dan gelas minuman, kaleng, dan sebagainya
3. Sampah dari bahan berbahaya serta beracun atau biasa disebut B3, contohnya: alat suntik, infus, baterai, limbah, bahan kimia, dan sebagainya

Menurut sumber sampah komposisi sampah dapat dibedakan, proses penanganan maupun perilaku dan karakteristik masyarakat, juga kondisi ekonomi di sumber sampah. Persen volume atau persen berat dari kertas, kayu, kulit, karet, plastik,

logam, kaca, kain, makanan dan sebagainya adalah beberapa contoh pengelompokan sampah yang biasanya dilakukan menurut komposisinya. Menurut Damanhuri dan Padmi (2010), penggambaran tipikal komposisi sampah permukiman ataupun sampah domestik pada kota – kota di Negara maju, bisa dilihat di Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Komposisi Sampah Domestik

Kategori sampah	% berat	% volume
Kertas dan bahan-bahan kertas	32,98	62,61
Kayu/produk dari kayu	0,38	0,15
Plastik, kulit dan produk karet	6,84	9,06
Kain dan produk tekstil	6,36	5,1
Gelas	16,06	5,31
Logam	10,74	9,12
Bahan batu, pasir	0,26	0,07
Sampah organik	26,38	8,58

Sumber: Damanhuri dan Padmi, 2010

Faktor yang dapat mempengaruhi komposisi sampah, (Damanhuri dan Padmi, 2010, yaitu:

- Cuaca : pada daerah dataran tinggi yang memiliki kadar air tinggi mempengaruhi kelembaban yang tinggi pada sampah.
- Frekuensi pengumpulan: jika sampah semakin banyak terkumpul menimbulkan terbentuknya tumpukan sampah yang tinggi. Menyebabkan berkurangnya sampah basah akibat pembusukan dan semakin bertambahnya kertas serta sampah kering yang sulit terurai.
- Musim: musim buah – buahan yang berlangsung menentukan jenis sampah yang ada saat musim itu.
- Tingkat sosial ekonomi: daerah dengan perekonomian tinggi kebanyakan menghasilkan sampah kaleng, kertas dan lainnya.
- Pendapatan perkapita: total sampah yang dihasilkan oleh masyarakat yang berasal dari tingkat ekonomi rendah akan memiliki jumlah sampah yang

homogen dan berjumlah lebih sedikit dibandingkan dengan masyarakat berpenghasilan tinggi.

- Kemasan produk: di Negara maju seperti daerah Eropa kemasan produk biasanya dikemas dengan menggunakan kertas namun lain halnya dengan negara berkembang seperti daerah – daerah di Asia yang menggunakan plastikk sebagai bahan pengemas, karena itu bahan kemasan produk dapat berpengaruh.

Jika komposisi sampahnya diketahui maka proses pengolahan sampah dapat dilakukan dengan tepat dan efisien. Tipikal komposisi sampah berdasarkan atas tingkat pendapatan digambarkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Tipikal Komposisi Sampah Pemukiman (% Berat Basah)

Komposisi	Pemukiman (Low income)	Pemukiman (Middle income)	Pemukiman (high income)
Kertas	1-10	15-40	15-40
Kaca, keramik	1-10	1-10	4-10
Logam	1-5	1-5	3-13
Plastik	1-5	2-6	2-10
Kulit, karet	1-5	-	-
Kayu	1-5	-	-
Tekstil	1-5	2-10	2-10
Sisa makanan	40-85	20-65	20-50
Lain-lain	1-40	1-30	1-20

Sumber: Damanhuri dan Padmi, 2010

Dalam SNI 19-3964-1994 diketahui cara atau metode dalam pengambilan contoh sampah.

Menurut Direktur Penanganan PLP (2011) setelah mengambil sampel komposisi sampah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\text{Berat komponen sampah}}{\text{Berat total sampah}} \times 100\%$$

(2.11)

2.4 Karakteristik Sampah

Pengetahuan akan sifat – sifat yang dimiliki sampah sangat penting untuk diketahui karena menyangkut dalam hal perencanaan dan pengelolaan sampah secara terpadu. Sifat – sifat sampah tersebut dibagi menjadi 3 yakni: fisik, kimia dan biologis. Karakteristik sampah ialah sifat sampah yang meliputi 3 sifat yakni kimia, biologis dan juga fisik (Hadiwiyoto, 1983). Sampah diklasifikasi dalam karakteristiknya sebagai berikut (Tchobanoglous, Theisen dan Vigil, 1993), yaitu:

1. Karakteristik Fisik

5 Karakteristik fisik sampah, yaitu:

a. Berat spesifik sampah

Dinyatakan sebagai berat per unit (kg/m^3). Mengukur berat spesifik sampah sebagai sampling, Dimana dan dalam keadaan seperti apa sampah tersebut diambil agar mendapatkan nilai atau perhitungan spesifik sampah. Letak geografis juga mempengaruhi berat spesifik sampah sama halnya dengan lokasi, musim dan lamanya waktu penyimpanan sampah yang sangat penting dalam mengetahui volume sampah yang diolah. Pada Tabel 2.6 bisa dilihat untuk berat spesifik karakteristik sampah.

Tabel 2.6 Berat Spesifik Masing-Masing Karakteristik Sampah

No	Karakteristik sampah	Berat spesifik (kg/m^3).	
		Rentang	Tipikal
1	Limbah makanan	120 – 480	290
2	Kertas	30 – 130	85
3	Karton	30 – 80	50
4	Plastik	30 – 130	65
5	Kain	30 – 100	65
6	Karet	90 – 200	130
7	Kulit	90 – 260	160
8	Sampah taman	60 – 225	105
9	Kayu	120 – 320	240
	Misc.organik	90 – 360	140
	Kaca	160 – 480	195
	Timah	45 – 160	90
10	Logam nonferrous	60 – 240	160
11	Logam ferrous	120 – 2000	320
12	Debu,abu dan lainnya	320 – 960	480
13	Limbah padat perkotaan.		
	Uncompacted	90 – 180	130
	Compacted	180 – 450	300
14	Pada landfill (Normal Padat)	350 – 550	475
	Pada Landfill (Padat Baik)	600 – 750	600

Sumber: Tchobonaglus, Theisen dan vigil, 1993

b. Kelembaban

Terdapat 2 metode kelembaban sampah yang dapat diketahui yakni : metode berat basah dan berat kering. Metode berat kering dinyatakan sebagai persen berat kering bahan serta berat basah dinyatakan sebagai persen berat basah bahan.

c. Ukuran partikel

Pentingnya pengolahan akhir pada sampah yaitu pada tahap mekanis. Tahap ini dilakukan agar dapat mengetahui ukuran dan pemisahan mekanik.

d. *Field Capacity*

Akibat gaya gravitasi jumlah air yang tertahan pada sampah dapat keluar. Karakteristik dari lindi dalam landfill sangat penting yang diketahui dari *Field Capacity*. Perbedaan tekanan dan dekomposisi sampah membuat variasi terhadap *Field Capacity*. Sampah dari daerah pemukiman dan komersial yang tanpa pemadatan *Field Capacity* sebesar 50% - 60%.

e. *Kepadatan Sampah*

Dalam mengetahui pergerakan cairan dan gas dalam landfill kepadatan sampah sangat penting.

2. *Karakteristik Biologis*

Sampah organik memiliki karakteristik biologis, beberapa bagian dari kandungan organik sampah yakni:

- a. Kandungan terlarut, contohnya: gula, asam amino dan lain sebagainya.
- b. Hasil dari penguraian gula yakni hemiselulosa
- c. Hasil dari penguraian glukosa yakni selulosa.
- d. Lilin, minyak dan lemak.
- e. Lignin, material polimer umumnya terdapat di kertas contohnya kertas koran serta fiberboard.
- f. Kombinasi dari lignin dan selulosa yakni lignoselulosa
- g. Protein yang terdiri dari rantai asam amino.

(Tchobonaglus, Theisen dan vigil, 1993).

2.5 *Pengelolaan Sampah*

Perlu adanya pengelolaan sampah sangat penting bagi masalah persampahan yang ada di masyarakat saat ini. Pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah (UU RI No. 18, 2008). Pada dasarnya pengelolaan sampah merupakan salah satu dari sekian banyak upaya dalam pengelolaan lingkungan. Akan tetapi dalam kenyataan dilapangan kadang kala terjadi penyimpangan dalam cara pengelolaan, sehingga timbul akses yang justru mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan itu sendiri. Menurut UU-18/2008 tentang Pengelolaan Sampah, terdapat 2 kelompok utama pengelolaan sampah yaitu :

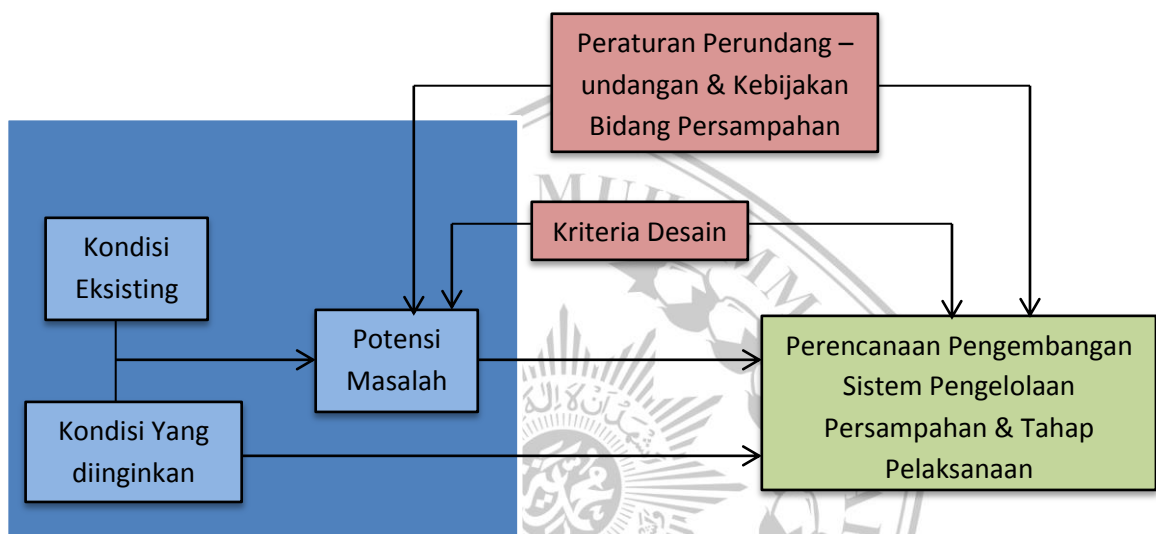
- a. Pengurangan sampah (*waste minimization*), yang terdiri dari pembatasan terjadinya sampah (R1), guna-ulang (R2), dan daur ulang (R3)
- b. Penanganan sampah (*waste handling*), yang terdiri dari :
 - Pemilahan: dalam bentuk pengelompokkan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah
 - Pengumpulan: dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu
 - Pengangkutan: dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir
 - Pengolahan: dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi dan jumlah sampah
 - Pemrosesan akhir sampah: dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman

Kelemahan dalam manajemen operasional dan keterbatasan biaya operasional di tambah dengan langkahnya tenaga profesional dalam penanganan persampahan merupakan faktor penyebab utama permasalahan tersebut, permasalahan yang dihadapi dalam teknis operasional pengelolaan sampah diantaranya:

- Kapasitas peralatan yang belum memadai.
- Pemeliharaan alat yang kurang.
- Sulitnya pembinaan tenaga pelaksanaan khususnya tenaga harian lepas.
- Sulitnya memilih metode operasional yang sesuai dengan kondisi daerah.
- Siklus operasi persampahan tidak lengkap/terputus karena berbedanya penanggung jawab.
- Koordinasi sektoral antara birokrasi pemerintah sering lemah.
- Manajemen operasional lebih dititik beratkan pada aspek pelaksanaan sedangkan aspek pengendalian lemah.
- Perencanaan operasional seringkali hanya untuk jangka pendek.

Untuk mendapatkan hasil yang sangat baik perlunya perencanaan sistem pengelolaan persampahan dengan sebaik – baiknya. Menurut Dept. Pekerjaan

Umum, SNI 19-2454-2002, Sistem pengolahan sampah ialah tahapan pengelolaan sampah yang terdiri dari 5 lingkup bagian yang sama – sama mendukung dimana antara satu dengan yang lainnya saling berinteraksi atau berhubungan agar dapat mencapai tujuan. Perlunya perhatian bagaimana kebijakan pada bidang persampahan yang terkait dan kondisi yang ada dan juga peraturan perundang – undangan dalam menyusun perencanaan. Proses penyusunan dalam merencanakan sistem pengelolaan persampahan bisa dilihat pada Gambar 2.1:



Gambar 2.1 Tahapan perencanaan sistem pengelolaan persampahan

2.6 Pengolahan Sampah Terpadu

Menurut Tchobanoglous, Theisen, dan Vigil (1993), Sistem pengelolaan terpadu dimaksudkan sebagai pemilah dan penerapan dalam manajemen dan program teknologi agar dapat mencapai performa sistem yang meningkat, dengan hirarki, yakni :

1. *Source Reduction*, proses dalam mengurangi sampah saat pada sumbernya, dapat dilihat dalam segi kualitas dan kuantitas dalam timbunan, diutamakan pada reduksi sampah yang memiliki kandungan B3.
2. *Recycling* atau proses daur ulang:
 - a. Proses memilah dan mengumpulkan
 - b. Mempersiapkan sampah yang digunakan kembali
 - c. Menggunakan kembali sampah yang telah daur ulang

3. *Waste Transformation*, proses merubah fisik, kimia, dan biologi dalam sampah. Pengaplikasian dalam perubahan tersebut, sebagai:
 - a. Peningkatan sistem yang efisien dan sistem operasional dalam mengolah sampah
 - b. Penggunaan sampah yang masih dapat didaur ulang atau sampah yang dapat digunakan kembali
 - c. Sampah yang masih bermanfaat dapat menghasilkan barang yang lainnya
4. *Landfilling*, alur pengelolaan sampah yang terakhir. Sampah dalam tingkatan ini diharapkan dapat:
 - a. Sampah yang tidak dapat didaur ulang atau tidak ada lagi fungsinya
 - b. Residu dalam sampah yang telah terpisahkan
 - c. Residu yang dihasilkan dari sampah yang berasal dari produk – produk sampah

Menurut modul perencanaan fasilitas 3R atau bank sampah bidang PLP Sektor Persampahan, 3R merupakan konsep baru dalam pola konsumsi dan produksi di setiap tingkatan diberikan prioritas yang paling tinggi saat pengelolaan limbah yang berorientasi agar mencegah timbunan sampah, menggunakan barang yang dapat digunakan kembali dapat meminimalisasi limbah yang ada dan barang dapat dikomposisikan dengan biologi serta menerapkan pembuangan limbah sebagai pembuangan yang ramah lingkungan. Konsep 3R dapat diwujudkan dengan menerapkan pengelolaan sampah terpadu dengan berbasis masyarakat, yang dilakukan dengan daur ulang sampah. Sesuai dengan Permen PU 21/PRT/M/2006 Pengembangan Sistem Pengelolaan Persampahan, memerlukan perubahan yang dapat meningkatkan proses pengolahan sampah yang bersifat ramah lingkungan, dapat dilakukan menggunakan cara mengurangi serta memanfaatkan sampah yang ada sebelum sampah tersebut dibuang ke tempat pemrosesan akhir sampah. Pengertian 3R menurut modul perencanaan 3R, yakni:

- a. *Reduce* (R1)

Reduce atau yang biasa disebut reduksi sampah merupakan upaya yang dilakukan dalam meminimalkan timbunan sampah dilingkungan sumber, cara

ini dapat digunakan sebelum menghasilkan sampah. Jika pola hidup konsumtif diubah maka upaya reduksi sampah akan dapat dilihat hasilnya menjadi lebih baik, masyarakat harus memiliki kesadaran dan kemauan untuk melakukan hal tersebut.

b. *Reuse* (R2)

Reuse berarti memakai kembali sisa material yang ada agar material tersebut tidak berubah menjadi sampah, seperti menjadikan material tersebut menjadi barang yang lebih bermanfaat, contoh tetap menggunakan botol minuman sebagai tempat minum.

c. *Recycle* (R3)

Recycle berarti mendaur ulang bahan/material yang tidak berguna lagi dengan proses pengolahan, contohnya menggunakan kaleng bekas yang diolah untuk dijadikan sebagai pot tanaman atau bekas handuk yang tidak dipakai dapat diolah menjadi keset kaki.

A. Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat di Kawasan Permukiman

Dalam mengelola sampah terpadu yang berbasis masyarakat di daerah permukiman dapat diterapkan dengan memperhatikan beberapa hal :

- Kandungan dan karakteristik sampah, hal ini sebagai perkiraan untuk memanfaatkan atau mengurangi sampah.
- Jenis lokasi dan tingkat sosial ekonomi masyarakat setempat, untuk mengetahui asal sampah dan bagaimana cara menangani sampah 3R.
- Cara menangani sampah 3R didapatkan untuk mengetahui formula teknis dan prasarana dan sarana 3R yang sesuai dengan kondisi masyarakat daerah tersebut.
- Proses memberdayakan masyarakat sebagai persiapan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat dalam menangani sampah mulai dari mengumpulkan sampah menjadi 3R.
- Sebagai contoh: melakukan penghijauan lalu dilakukannya proses kebersihan, seperti membuang sampah pada tempatnya kemudian proses pemilahan dan terakhir proses daur ulang.

- Menguji pengelolaan, dilakukan untuk melatih masyarakat agar mereka mengerti berbagai metode 3R dan cara melaksanakannya.
- Kelanjutan dari pengelolaan agar menjamin kelanjutan proses mengelola sampah oleh masyarakat secara mandiri.
- Mengurangi sampah dapat dilakukan dalam mulai belum terbentuknya sampah dengan meminimisasi penggunaan bahan, mengkonsumsi kebutuhan sesuai kebutuhan tanpa berlebihan, menggunakan bahan yang dapat menghasilkan sedikit sampah.
- Bahan yang dapat menghasilkan sedikit sampah dalam memanfaatkan sampah dapat dilakukan dengan cara memakai kembali barang kemasan seperti botol untuk mengurangi sampah.
- Mengumpulkan sampah menurut segi ekonomisnya untuk dijadikan bahan daur ulang seperti plastik, logam, kertas serta sampah rumah tangga merupakan upaya yang baik dalam mendaur ulang.
- Sampah yang dikomposkan disumber (rumah tangga, sekolah, kantor) dimaksudkan agar dapat membantu mengurangi sampah ketahap selanjutnya.

B. Perencanaan Penerapan 3R Skala Rumah Tangga

Hal yang diperhatikan dalam menerapkan perencanaan 3R dalam rumah tangga :

- Menangani sampah harusnya tidak berfokus pada aktivitas pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan sampahnya saja
- Menangani sampah didalam rumah tangga juga dapat dilakukan dengan mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang sampah yang ada

C. Perencanaan Penerapan 3R Skala Kawasan

Hal – hal yang perlu diperhatikan untuk menerapkan perencanaan 3R dalam rumah tangga :

- Membedakan kawasan komplek perumahan yang teratur (1000 – 2000 unit rumah) perumahan semi teratur (1 RW) dan kawasan perumahan kumuh atau perumahan yang terletak disepanjang bantaran sungai

- Masyarakat harus berperan aktif dalam mengurangi jumlah sampah dan pemilahan sampah
- Mengoprasionalkan pengolahan sampah yang terpadu seperti, sumber, pengumpulan, memilah sampah, memberikan material daur ulang kepada pihak penerima dan pemindahan residu ke TPA
- Dibutuhkannya daerah yang dijadikan area pengelolaan sampa terpadu menurut kawasan yang disebut TPS 3R, area tersebut merupakan area yang digunakan untuk membongkar muatan sampah, pemilahan sampah, pengomposan, kontainer sampah untuk residu, gudang barang lapak dan pencucian
- Hal – hal yang dilakukan dalam pengelolaan sampah di TPS 3R yaitu memilah sampah, membuat kompos dan mengemas bahan – bahan daur ulang
- Memisahkan sampah pada TPS 3R dimaksudkan untuk beberapa jenis sampah B3 contohnya, sampah rumah tangga (akan dikelola sesuai dengan ketentuan), sampahplastik, logam, dan kertas (sebagai bahan daur ulang)
- Membuat kompos di TPS 3R dilakukan dengan bermacam – macam metode salah satunya adalah open windrow
- Incinerator skala kecil tidak direkomendasikan karena incinerator kecil hanya direkomendasikan untuk sampah rumah sakit dan sampah khusus
- Sampah residu langsung dibuang ke TPA dan sangat dilarang untuk membakarnya ditempat

Konsep 3R dapat diterapkan dengan cara mengelola sampah terpadu 3R dalam masyarakat yang nantinya sampah ini akan di daur ulang.

2.7 Tempat Pengolahan Sampah Terpadu

Menurut PP 81/2012 Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) merupakan tempat untuk melakukan kegiatan seperti mengumpulkan sampah, memilah sampah serta mendaur ulang sampah, mengelola sampah yang ada dengan terpusat. Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) atau Material Recovery Facility (MRF) dimaksudkan sebagai tempat dilakukannya kegiatan

memisahkan dan mengelola sampah yang ada dengan terpusat. Kegiatan utama pada MRF ini ialah:

- Mengelola sampah yang sudah dipilah pada sumbernya
- Memisahkan dan mengelola komponen sampah kota secara langsung
- Meningkatkan mutu produk – produk recycling atau daur ulang

Jadi fungsi MRF & MR (Material Recovery)/TF ialah sebagai tempat melakukan kegiatan memisahkan, membersihkan, mengemas serta mengirim produk yang didapat dari proses daur ulang.

2.7.1 Rancangan TPST

MRF sebagai fasilitas atau tempat untuk mendaur ulang sampah dan didasari dengan komponen – komponen sampah yang masuk dan dikelola. Dibedakan menjadi 4, yaitu:

1. Fasilitas pre-processing, adalah tahap pertama dalam pemisahan prosese – proses untuk mengetahui jenis sampah apa saja yang masuk, yaitu:
 - Menimbang untuk mengetahui banyaknya sampah yang masuk
 - Menerima dan menyimpan lalu menentukan area sampah yang tidak dapat cepat terolah dengan sampah yang datang cepat ke lokasi
2. Fasilitas pemilahan memerlukan tempat dan tenaga kerja untuk memilah dengan cepat, secara mekanis lebih mudah dalam proses memilah dan lebih hemat waktu. Peralatan mekanis yang digunakan : alat pemisah ukuran : reciprocating screen, trommel screen, disc screen. Alat pemisah berat jenis : air classifier, pemisahan inersi, dan flotation.
3. Fasilitas pengolahan sampah secara fisik, sampah dipilah kemudian ditentukan menurut jenis dan ukuran material/bahan. Peralatan yang digunakan dalam pengolahan sampah secara fisik: hammer mill dan shear shredder.
4. Fasilitas pengelolaan sampah yang lainnya yaitu komposting, atau RDF.

Langkah – langkah untuk merancang dari TPST/IPST:

a. Material Balance Analysis

Menghitung jumlah sampah yang masuk termasuk komposisi dan jenis sampah. Hal ini agar untuk mengetahui pengelolaan yang dilakukan seberapa banyaknya produk yang dihasilkan dan seberapa banyak residu yang dihasilkan. Langkah ini adalah langkah awal dalam menentukan seberapa luas lahan yang dibutuhkan dan peralatan apa saja yang dibutuhkan pada sistem di TPST lalu mengidentifikasi seluruh kemungkinan untuk memanfaatkan material tersebut.

b. Karakteristik sampah harus diketahui dan bagaimana memanfaatkannya agar dapat mengembangkan diagram alir proses memanfaatkannya dan material balance

c. Perhitungan akumulasi sampah

Jumlah akumulasi sampah dihitung dan ditentukan agar mengetahui seberapa sampah yang ditangani didalam MRF dan menetapkan waktu operasional dari MRF agar mengetahui laju akumulasi

d. Perhitungan material loading rate

Perhitungan jumlah pekerja dan alat yang dibutuhkan serta jam kerja dan waktu operasional dari peralatan yang digunakan di dalam MRF.

e. Layout serta rancangan

Pengaturan letak lokasi MRF supaya mempermudah pelaksanaan pekerjaan.

2.7.2 Luas Area Fasilitas TPST

Beberapa parameter yang harus dipertimbangkan untuk menentukan luas TPST, yaitu :

- a. Fasilitas daur ulang sampah direncanakan untuk lokasi depo yang mempunyai luas $< 400 \text{ m}^2$, sedangkan depo dengan luas $> 400 \text{ m}^2$ digunakan untuk fasilitas komposting. Memilih lokasi depo dengan melihat jumlah depo pada tiap – tiap kelurahan.
- b. 3 bagian utama TPS (Tempat Pembuangan Sementara) yaitu: tempat kontainer, tempat memilah, serta tempat menyimpan

- c. Kontainer berfungsi sebagai tempat untuk mengumpulkan residu yang akan dibuang ke TPA. Satu TPS hanya butuh 1 kontainer. Jenis kontainer di tiap – tiap TPS direncanakan seperti dalam Table 2.7. Luas lahan untuk meletakkan kontainer terdapat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.7 Luas TPS/Depo dan Kontainer yang Digunakan

Luas TPS (m ²)	Lahan Dimensi Lahan (m x m)	Volume Kontainer yang Digunakan (m ³)
50	5 x 10	8
100	10 x 10	8
200	10 x 20	14
300	10 x 30	14
400	15 x 27	14
500	15 x 34	14
1000	15 x 67	14

Sumber: Materi training untuk tingkat staf teknis proyek PLP sektor persampahan, 2011

Tabel 2.8 Luas Lahan untuk Kontainer

Luas Lahan TPS (m ²)	Dimensi/Ukuran Kontainer (m x m)	Luas Lahan untuk Kontainer (m ²)
50	4 x 5	20
100	4 x 10	40
200	8 x 10	80
300	8 x 10	80
400	8 x 15	120
500	8 x 15	120
1000	8 x 15	120

Sumber: Materi training untuk tingkat staf teknis proyek PLP sektor persampahan, 2011

- d. Kapasitas Pengolahan dihitung berdasarkan kebutuhan luas lahan yang diperlukan untuk sorting dan kebutuhan luas penimbunan setiap 1 m³ bahan terpilah dengan memperhitungkan maksimum waktu penyimpanan. Berikut adalah beberapa hal yang harus dihitung dalam perencanaan ulang TPST 3R:

- **Pemilahan (Sorting)**

Saat proses pengomposan sampah akan dipilah dan bahan organik biodegradable selanjutnya akan diproses menjadi kompos. Metode pemilahannya yaitu:

1. Secara langsung
2. Secara semi mekanis
3. Secara mekanis

Rumus mencari luas bak pemilahan adalah sebagai berikut:

$$\text{Luas Bak Pemilah} = \frac{\text{volume sampah bak}}{\text{kedalaman timbunan bak pemilah}} \quad (2.12)$$

Rumus mencari luas area tempat pemilahan adalah sebagai berikut:

$$\text{Luas Area} = \frac{\text{luas bak pemilah}}{\text{luas jarak antara}} \quad (2.13)$$

Tinggi maksimum timbunan sampah pada bak pemilah = 0,3 m dengan lebar bak pemilah = 2 m, untuk mempermudah pemisahan sampah oleh pekerja. Pekerja bekerja pada kedua sisi meja pemilah.

- **Pencacahan**

Pencacahan ini berfungsi untuk mempercepat pada tahap proses komposting dengan cara mengecilkan dimensi sampah tersebut.

Rumus volume bahan yang dicacah adalah sebagai berikut:

$$\text{Volume bahan yang dicacah} = \text{sampah hasil pemilahan} \times \text{sampah input} \quad (2.14)$$

(80% yang akan dimanfaatkan)

Rumus kebutuhan luas penampung hasil cacahan:

$$\text{Luas total} = \text{luas penampung} + \text{luas alat} + \text{luas jarak antara} \quad (2.15)$$

- Pengomposan

Sampah organik yang diterima oleh daur ulang selanjutnya akan dipilah oleh petugas sebelum mengalami proses pengomposan, dicacah dan kumpulkan untuk mengalami proses pengomposan. Luas lahan komposting dihitung sesuai dengan kebutuhan lahan untuk sorting (pemilahan), areal pematangan dan alat cacah tiap 1 m³ sampah. Untuk pengomposan luasnya tergantung pada metode pengkomposannya yaitu proses aerobik atau dengan proses anaerobik.

Perhitungan luas bak composting:

Luas Bak Composting = Volume hasil pencacahan dalam m³/hari x 30 hari

(2.16)

Perhitungan luas area composting:

Luas area = luas bak composting + luas jarak antara

(2.17)

e. Bangunan Pendukung

Bangunan pendukung disana terdiri dari gudang peralatan pekerja, kamar mandi, tempat cuci tangan dan lain – lain.